

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-317129

(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl. F01L 13/00  
 F01L 1/34  
 F02D 13/02  
 F02D 45/00

(21)Application number : 05-106962

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 07.05.1993

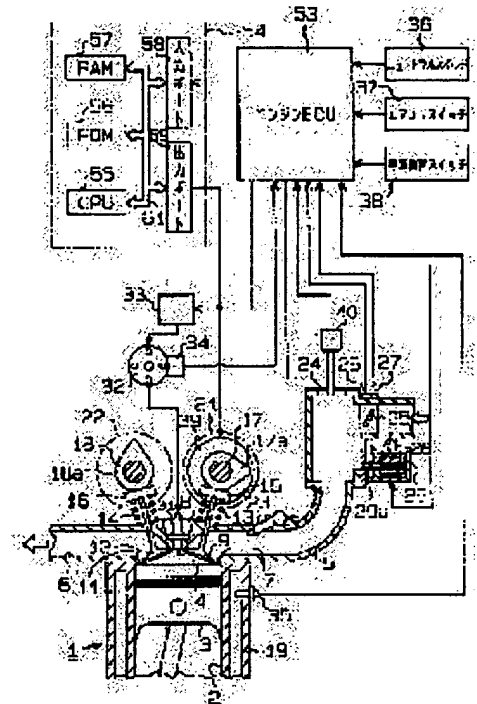
(72)Inventor : TSUTSUMI YASUHITO  
 TAGAMI TAKESHI  
 SUZUKI MAKOTO

## (54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROLLER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To achieve the required operating conditions at high accuracy so as to fully improve engine and exhaust characteristics by enabling valve timing control of high accuracy.

CONSTITUTION: The opening and closing timing of an intake valve 9 is continuously adjusted in accordance with a fundamental timing by driving a step motor. To correct the desired fundamental step number of the step motor in obtaining the fundamental timing, when the engine 1 is in a prescribed operating range and a negative pressure difference corresponding to the difference from a prestored intake negative pressure is generated a VVTECU(variable valve timing electronic control unit) 54 corrects the desired fundamental step number according to the amount of advance of ignition timing at that time. Therefore, the fundamental timing corrected is directly reflected on the intake negative pressure, one of the final operating conditions.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3161152

[Date of registration] 23.02.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The inhalation-of-air bulb which opens and closes the inhalation-of-air path which is characterized by providing the following, and which drives to predetermined timing synchronizing with rotation of an internal combustion engine, and leads to a combustion chamber, The opening-and-closing timing of the aforementioned inhalation-of-air bulb is based on predetermined basic timing. The adjustable valve timing mechanism which can be continuously adjusted to a tooth-lead-angle and angle-of-delay side, The adjustable valve timing control unit equipped with an operational status detection means to detect the operational status of the aforementioned internal combustion engine, and the drive control means which carry out drive control of the aforementioned adjustable valve timing mechanism based on the detection result of the aforementioned operational status detection means A depression-at-engine-manifold detection means to detect the depression at engine manifold in the aforementioned inhalation-of-air path changed with adjustment of the opening-and-closing timing of the aforementioned inhalation-of-air bulb The 1st depression at engine manifold when the aforementioned adjustable valve timing mechanism will be in a predetermined primitive state and the aforementioned inhalation-of-air bulb is opened and closed to the aforementioned basic timing A negative pressure difference storage means to memorize beforehand a difference with the 2nd depression at engine manifold when drive control of the aforementioned adjustable valve timing mechanism is carried out so that the tooth lead angle of the aforementioned opening-and-closing timing may be carried out only for the specified quantity from the aforementioned basic timing When it is in the predetermined state where the operational status of the aforementioned internal combustion engine based on the detection result of the aforementioned operational status detection means was defined beforehand, Once cancel the drive control by the aforementioned drive control means, and while setting the aforementioned adjustable valve timing mechanism as the predetermined state where the depression at engine manifold in the aforementioned inhalation-of-air path turns into the 1st depression at engine manifold of the above When the operational status of the aforementioned internal combustion engine based on the detection result of drive control means and the aforementioned operational status detection means is in the aforementioned predetermined state at the time of the amendment which carries out drive control that the tooth lead angle of the account opening-and-closing timing of setting back to front should be carried out, When the difference of the survey depression at engine manifold based on the detection result of the aforementioned depression-at-engine-manifold detection means and the survey-time of the aforementioned amendment depression at engine manifold at the time of the start of drive control of drive control means exceeds the difference memorized by the aforementioned negative pressure difference storage means, It is based on the state of the aforementioned adjustable valve timing mechanism at that time, and is an amendment amendment means about the aforementioned basic timing.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates the opening-and-closing timing of an inhalation-of-air bulb to the adjustable valve timing control unit equipped with the adjustable valve timing mechanism which can be adjusted continuously according to the operational status of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, what was indicated by JP,59-110817,A as this kind of technology is known. With this technology, the sensor for surveying one reference value of valve timing is formed. And that is detected when it becomes one timing with actual valve timing based on the detection signal from the sensor concerned. Based on this detection result, the gap by actual control timing and target timing is computed. And amendment of valve timing is made only for the part of the gap. Therefore, valve timing is maintained by this amendment so that it may always become desired value.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, valve timing cannot but be one condition of a controlled system to the last, and it is not the index finally demanded. Therefore, with the above-mentioned conventional technology, although the adjustment of target opening-and-closing timing and actual opening-and-closing timing improves, actual operational status did not necessarily become as the demand. namely, the error between paths until the timing is controlled though valve timing's becomes as a target, and it is reflected in actual operational status which is essentially inherent in hard -- an amendment -- things were not made Consequently, there was a possibility of having a bad influence on an engine property and an exhaust air property -- a possibility that it may become impossible for a hydrocarbon (HC), a carbon monoxide (CO), etc. to decrease appropriately arises.

[0004] This invention is made in view of the situation mentioned above, and the purpose is in offering the adjustable valve timing control unit [ the valve timing control with a high precision is possible, as a result ] which the operational status demanded is attained in a high precision, and can improve an engine property and an exhaust air property to the maximum extent.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, it sets to this invention. The inhalation-of-air bulb M4 which opens and closes the inhalation-of-air path M3 which drives to predetermined timing synchronizing with rotation of an internal combustion engine M1, and leads to a combustion chamber M2 as shown in drawing 1 , The opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb M4 is based on predetermined basic timing. The adjustable valve timing mechanism M5 which can be continuously adjusted to a tooth-lead-angle and angle-of-delay side, In the adjustable valve timing control unit equipped with an operational status detection means M6 to detect the operational status of an internal combustion engine M1, and the drive control means M7 which carry out drive control of the adjustable valve timing mechanism M5 based on the detection result of the operational status detection means M6 A depression-at-engine-manifold detection means M8 to detect the depression at engine manifold in the inhalation-of-air path M3 changed with adjustment of the opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb M4, The 1st depression at engine manifold when the adjustable valve timing mechanism M5 will be in a predetermined primitive state and the inhalation-of-air bulb M4 is opened and closed to basic timing, A negative pressure difference storage means M9 to memorize beforehand a difference with the 2nd depression at engine manifold when drive control of the adjustable valve timing mechanism M5 is carried out so that the tooth lead angle of the opening-and-closing timing may be carried out only for the specified quantity from basic timing, When it is in the predetermined state where the operational status of an internal combustion engine M1 based on the detection result of the operational status detection means M6 was defined beforehand, Once cancel the drive control by the drive control means M7, and while

setting the adjustable valve timing mechanism M5 as the predetermined state where the depression at engine manifold in the inhalation-of-air path M3 turns into the 1st depression at engine manifold. When the operational status of an internal combustion engine M1 based on the detection result of the drive control means M10 and the operational status detection means M6 is in a predetermined state at the time of the amendment which carries out drive control that the tooth lead angle of the opening-and-closing timing after a setup should be carried out, When the difference of the survey depression at engine manifold based on the detection result of the depression-at-engine-manifold detection means M8 and the survey-time of amendment depression at engine manifold at the time of the start of drive control of the drive control means M10 exceeds the difference memorized by the negative pressure difference storage means M9, Based on the state of the adjustable valve timing mechanism M5 at that time, it is making to have had the amendment amendment means M11 for basic timing into the summary.

[0006]

[Function] As shown in drawing 1, the inhalation-of-air bulb M4 is driven to predetermined timing synchronizing with rotation of an internal combustion engine M1, and opens [ according to the above-mentioned composition ] and closes the inhalation-of-air path M3 leading to a combustion chamber M2. The opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb M4 may be continuously adjusted to a tooth-lead-angle and angle-of-delay side by the adjustable valve timing mechanism M5 on the basis of predetermined basic timing. The operational status of an internal combustion engine M1 is detected by the operational status detection means M6, and drive control of the adjustable valve timing mechanism M5 is carried out by the drive control means M7 based on the detection result.

[0007] Moreover, the depression at engine manifold in the inhalation-of-air path M3 changed by the depression-at-engine-manifold detection means M8 with adjustment of the opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb M4 is detected. Furthermore, with the negative pressure difference storage means M9, the adjustable valve timing mechanism M5 will be in a predetermined primitive state, and the difference of the 1st depression at engine manifold when the inhalation-of-air bulb M4 is opened and closed to basic timing, and the 2nd depression at engine manifold when drive control of the adjustable valve timing mechanism M5 is carried out so that the tooth lead angle of the opening-and-closing timing may be carried out only for the specified quantity from basic timing is memorized beforehand.

[0008] And when the operational status of an internal combustion engine M1 based on the detection result of the operational status detection means M6 is in the predetermined state defined beforehand, the drive control by the drive control means M7 is once cancelled by the drive control means M10 at the time of amendment. Moreover, while the adjustable valve timing mechanism M5 is set as the predetermined state where the depression at engine manifold in the inhalation-of-air path M3 turns into the 1st depression at engine manifold by the drive control means M10, at the time of amendment, drive control is carried out that the tooth lead angle of the opening-and-closing timing after a setup should be carried out.

[0009] And when the operational status of an internal combustion engine M1 based on the detection result of the operational status detection means M6 is in a predetermined state, the difference of the survey depression at engine manifold based on the detection result of the depression-at-engine-manifold detection means M8 and the survey-time of amendment depression at engine manifold at the time of the start of drive control of the drive control means M10 is computed by the amendment means M11. When the difference exceeds the difference memorized by the negative pressure difference storage means M9, basic timing is amended by the amendment means M11 based on the state of the adjustable valve timing mechanism M5 at that time.

[0010] Therefore, according to this invention, on the occasion of the basic timing of the adjustable valve timing mechanism M5 being amended, it is not carried out based on the gap with actual opening-and-closing timing and target opening-and-closing timing, but is carried out based on 1 slack depression at engine manifold of the index of final operational status. That is, when the negative pressure difference equivalent to the difference of the depression at engine manifold beforehand memorized at the time of amendment arises, basic timing is amended based on the state of the adjustable valve timing mechanism M5 at that time. Therefore, compared with the case where it is carried out based on the gap with actual opening-and-closing timing and target opening-and-closing timing, the valve timing control after amendment will be more directly reflected in operational status.

[0011]

[Example] Hereafter, one example which materialized this invention is explained according to drawing 1 - drawing 6. Drawing 2 is drawing showing the outline composition of the engine 1 as an internal combustion engine with which the valve timing control unit of this example is applied. The piston 3 is held in the cylinder 2 of an engine 1 possible [ vertical movement ]. A combustion chamber 4 is formed above a piston 3, and the inhalation-of-air path 5 and the flueway 6 are open for free passage to this combustion chamber 4. The free passage portion of a combustion chamber 4 and the inhalation-of-air path 5 serves as a suction port 7, and this suction port 7 is opened and closed by the inhalation-

of-air bulb 9 attached in the cylinder head 8 possible [ vertical movement ]. Moreover, the free passage portion of a combustion chamber 4 and a flueway 6 serves as the exhaust air port 11, and this exhaust air port 11 is opened and closed by the exhaust air bulb 12 attached in the cylinder head 8 possible [ vertical movement ].

[0012] The valve springs 13 and 14 of a compression state, a valve lifter 15, and 16 grades are attached to the inhalation-of-air bulb 9 and the exhaust air bulb 12. The inspired air flow path cam shaft 17 and the exhaust side cam shaft 18 are formed above each valve lifters 15 and 16 possible [ rotation ], and the cams 17a and 18a for opening and closing the aforementioned inhalation-of-air bulb 9 and the exhaust air bulb 12 to both the cam shafts 17 and 18 are formed in one. The timing pulleys 21 and 22 are attached in each edge of the inspired air flow path cam shaft 17 and the exhaust side cam shaft 18, and both the timing pulleys 21 and 22 are connected with the crankshaft by the timing belt.

[0013] And the aforementioned valve springs 13 and 14 are energizing the inhalation-of-air bulb 9 and the exhaust air bulb 12 upwards so that valve lifters 15 and 16 may always contact Cams 17a and 18a. This energization direction is a direction which closes the aforementioned suction port 7 and the exhaust air port 11. Therefore, if rotation of a crankshaft is transmitted to each timing pulleys 21 and 22 through a timing belt, the inspired air flow path cam shaft 17 and the exhaust side cam shaft 18 will rotate. If Cams 17a and 18a resist the energization force of valve springs 13 and 14 and depress valve lifters 15 and 16 periodically in connection with this, valve lifters 15 and 16 will press the inhalation-of-air bulb 9 and the exhaust air bulb 12 below, and will carry out switching action.

[0014] At the aforementioned inhalation-of-air path 5, the fuel injection valve 23 is attached near the suction port 7. Moreover, the surge tank 24 for carrying out smoothing of the throb of inhalation air is arranged in the inhalation-of-air path 5 of an upstream rather than this fuel injection valve 23, and the throttle valve 25 opened and closed by operation of an accelerator pedal (not shown) being interlocked with is further formed in the inhalation-of-air path 5 of the upstream. And the inhalation air content to the inhalation-of-air path 5 is adjusted by opening and closing of this throttle valve 25. Near the throttle valve 25, the throttle opening sensor 26 which detects the throttle opening TA is attached. Similarly, the idle switch 27 is attached near the throttle valve 25. The close-by-pass-bulb-completely signal LL is outputted by this idle switch 27. This close-by-pass-bulb-completely signal LL is turned on when a throttle valve 25 is in a close-by-pass-bulb-completely state, and it is turned off in states other than a close by-pass bulb completely.

[0015] Moreover, the BAL path path 28 which a throttle valve 25 is bypassed [ path ] in the inhalation-of-air path 5, and makes the upstream and downstream of a throttle valve 25 open for free passage is formed. In the middle of this bypass path 28, the idle speed control valve (ISCV) 29 is attached. ISCV29 is the so-called thing of the step motor formula from which Rota of a step motor rotates according to a pulse signal, valve element 29a moves by rotation of the Rota, and the effective-area product of a bulb changes. And the engine speed NE at the time of idle operation is controlled by adjusting the air content which adjusts the opening of this ISCV29 and flows to the bypass path 28.

[0016] The gaseous mixture which consists of fuel injected from the aforementioned fuel injection valve 23 and the open air introduced into the inhalation-of-air path 5 is introduced into a combustion chamber 4 through a suction port 7, in case the inhalation-of-air bulb 9 is opened. In order to light the gaseous mixture introduced into this combustion chamber 4, the ignition plug 31 is attached in the cylinder head 8. An ignition plug 31 is driven based on the ignition signal distributed with the distributor 32. A distributor 32 is for distributing the high voltage outputted from an ignitor 33 to an ignition plug 31 synchronizing with the crank angle of an engine 1. And the gaseous mixture introduced into the combustion chamber 4 explodes and burns, and the driving force of an engine 1 is obtained through a piston 3, a crankshaft, etc. by ignition to an ignition plug 31. Thus, the combustion gas generated in the combustion chamber 4 is discharged through a flueway 6 outside from the exhaust air port 11, in case the exhaust air bulb 12 is opened. In addition, the rotational frequency sensor 34 which detects rotation of the Rota and outputs an engine rotation signal is prepared for the aforementioned distributor 32. If it puts in another way, an engine speed NE will be detected by the rotational frequency sensor 34.

[0017] Furthermore, the coolant temperature sensor 35 which detects the cooling water temperature THW is attached in the cylinder block 19 of an engine 1 besides the various aforementioned sensors. Moreover, near the transmission (not shown), the neutral switch 36 which detects whether a shift position is in N range (neutral range) is formed.

Furthermore, when an air-conditioner operates, it connects with the airconditioning switch 37 and headlight which are turned on, a heater, a defogger, etc., and when these operate, the electric-load switch 38 which outputs an ON signal is formed. And the operational status detection means is constituted by these throttle opening sensor 26, an idle switch 27, the rotational frequency sensor 34, the coolant temperature sensor 35, the neutral switch 36, the airconditioning switch 37, and the electric-load switch 38 grade.

[0018] It combines, and it is open for free passage on this tank 24, and the intake-pressure sensor 40 as a depression-at-engine-manifold detection means to detect the depression at engine manifold MV equivalent to the load of an engine 1 is formed in the surge tank 24.

[0019] Now, in addition to the fundamental composition of the above engines 1, by this example, the adjustable valve

timing equipment 39 as an adjustable valve timing mechanism for adjusting the opening-and-closing timing of the aforementioned inhalation-of-air bulb 9 is formed. Next, this adjustable valve timing equipment 39 is explained in full detail.

[0020] As drawing 3 shows, much external-tooth 21a is formed in the periphery of the timing pulley 21 formed at the nose of cam (left end of drawing 3) of the inspired air flow path cam shaft 17, and boss 21b is formed in a part for a core. Moreover, tubed part 21c is formed in the interstitial segment of external-tooth 21a and boss 21b. And the timing pulley 21 has fitted into the point periphery of the inspired air flow path cam shaft 17 possible [ relative rotation ] in boss 21b.

[0021] The inner sleeve 41 is attached in the apical surface of the aforementioned inspired air flow path cam shaft 17. It has large cylinder part 41a and small cylinder part 41b prolonged to the opposite side, large cylinder part 41a fits into the periphery of the aforementioned boss 21b, and the relative rotation of the inner sleeve 41 is possible for this inner sleeve 41 to the timing pulley 21. Moreover, the inner sleeve 41 is attached in relative rotation impotentia with the bolt 42 and the dowel pin 43 to the point of the inspired air flow path cam shaft 17. This inner sleeve 41 has regulated that the aforementioned timing pulley 21 moves to the shaft orientations of the inspired air flow path cam shaft 17.

[0022] The aforementioned TAIMMINGU pulley 21 and the inner sleeve 41 are connected by the outer sleeve 44. The outer sleeve 44 is making the shape of a double cartridge which has outer case section 44a and container-liner section 44b. Outer case section 44a of the outer sleeve 44 fits into the periphery of tubed part 21c of the timing pulley 21, and container-liner section 44b of this outer sleeve 44 is inserted between tubed part 21c of the timing pulley 21, and large cylinder part 41a of the inner sleeve 41.

[0023] Furthermore, as for each, \*\*\*\* 41c, 44c, 44d, and 21d is formed in the periphery of large cylinder part 41a in the inner sleeve 41, the inside-and-outside periphery of container-liner section 44b in the outer sleeve 44, and the inner circumference of tubed part 21c in the timing pulley 21. If it has geared mutually and the outer sleeve 44 moves to shaft orientations from the relation of the engagement, the inspired air flow path cam shaft 17 will carry out relative rotation of these for \*\*\*\* 41c, 44c, 44d, and 21d to the timing pulley 21.

[0024] The timing belt 45 is \*\*\*\*(ed) by external-tooth 21a of the timing pulley 21, and rotation of a crankshaft is delivered that it mentioned above to the timing pulley 21 by this timing belt 45. Therefore, the timing pulley 21 connected by transfer of this turning effort by the outer sleeve 44 and the inner sleeve 41 rotate in one, and the rotation drive of the inspired air flow path cam shaft 17 further connected with the inner sleeve 41 with the bolt 42 and the dowel pin 43 is carried out in one.

[0025] The step motor 46 for moving this to the shaft orientations of the inspired air flow path cam shaft 17 is arranged in the front position of the aforementioned outer sleeve 44. A step motor 46 has two or more exiting coils, and rotates at a time one step in the predetermined direction by magnetizing the exiting coil one by one. The drive cylinder 47 which opened the rear face wide is attached in the output shaft of a step motor 46. Outside screw-thread 47a is formed by the periphery of the drive cylinder 47, and it is constituted as a worm gearing. moreover -- a step motor 46 -- the drive cylinder 47 -- a wrap -- like -- carrying out -- a tubed guide -- the member 48 is being fixed

[0026] The drive cylinder 47 fitted in possible [ relative rotation ] to the small cylinder part 41b periphery of the aforementioned inner sleeve 41, and has penetrated the core of the outer sleeve 44. On the other hand, the bearing 49 which has inner screw-thread 49a is attached to inner circumference by the outer sleeve 44 possible [ relative rotation ]. And screw-thread 47a has geared mutually outside inner screw-thread 49a of bearing 49, and the drive cylinder 47.

[0027] slot 49b prolonged to shaft orientations forms in a part of peripheral face of the aforementioned bearing 49 -- having -- this slot 49b -- the aforementioned guide -- salient 48a prepared in the inner circumference of a member 48 is inserting This salient 48a enables movement to shaft orientations while preventing rotation of the aforementioned bearing 49. Therefore, if a step motor 46 drives and predetermined angle rotation of the drive cylinder 47 is carried out while the timing pulley 21 and the inspired air flow path cam shaft 17 are really rotating, the bearing 49 which is having rotation prevented will be moved to shaft orientations. In connection with this, the outer sleeve 44 in which bearing 49 was attached is moved to the same shaft orientations, relative rotation arises between the timing pulley 21 and the inspired air flow path cam shaft 17, and torsion is given to this inspired air flow path cam shaft 17.

[0028] Thus, with the aforementioned adjustable valve timing equipment 39, by carrying out drive control of the step motor 46, the position in the shaft orientations of the outer sleeve 44 is changed, and torsion is given to the inspired air flow path cam shaft 17 as the result. The opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb 9 is adjusted by grant of this torsion. In this example, if the drive cylinder 47 of a step motor 46 rotates normally, the outer sleeve 44 will move to the method of the right of drawing 3, and the opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb 9 will be brought forward. Moreover, if the drive cylinder 47 is reversed, the outer sleeve 44 will move to the left of drawing 3, and it is set up so that the opening-and-closing timing of the aforementioned inhalation-of-air bulb 9 may be delayed.

[0029] In addition, oilways 51 and 52 are formed in the interior of the inspired air flow path cam shaft 17, and a

lubricating oil is supplied to the interior of the timing pulley 21 through those oilways 51 and 52.

[0030] As shown in drawing 2, the engine electronic control (henceforth Engine ECU) 53 which controls the engine speed at the time of fuel injection, ignition timing, and an idle etc., and the adjustable valve timing electronic control (henceforth VVTECU) 54 which carries out drive control of the adjustable valve timing equipment 39 are formed in the aforementioned engine 1. Drive control means and the amendment means are constituted by this VVTECU54 at the time of drive control means, a negative pressure difference storage means, and amendment. Now, the aforementioned throttle opening sensor 26, an idle switch 27, the rotational-speed sensor 34, a coolant temperature sensor 35, the neutral switch 36, an airconditioning switch 37, the electric-load switch 38, and the intake-pressure sensor 40 are electrically connected to the input side of an engine ECU 53, and a fuel injection valve 23, ISCV29, and the ignitor 33 are electrically connected to the output side.

[0031] If an engine ECU 53 judges that an engine 1 is an idle state based on the detection result of an idle switch 27 etc., it will ask for the deflection of the target rotational frequency according to the operational status (ON of the cooling water temperature THW and an airconditioning switch 37, OFF, etc.) of an engine 1, and the engine speed NE detected by the rotational frequency sensor 34. And an inhalation air content required to make the deflection into zero is computed, and feedback control of ISCV29 is carried out based on the calculation result.

[0032] Moreover, engines ECU53 and VVTECU54 connect possible [ data communication ], and the signal from each sensor incorporated by the engine ECU 53 as mentioned above is sent out to VVTECU54. The step motor 46 of the aforementioned adjustable valve timing equipment 39 is electrically connected to the output side of this VVTECU54. VVTECU54 is [ a central processing unit (it is called Following CPU) 55 and ] the memory only for read-out (it is called Following ROM). It has 56, RAM (it is called Following RAM) 57, input port 58, and an output port 59, and these are mutually connected by bus 61. CPU55 performed various data processing according to the control program set up beforehand, and has memorized beforehand a control program and an initial data required in order that ROM56 may perform data processing by CPU55. Moreover, RAM57 stores temporarily the result of an operation of CPU55.

[0033] CPU55 inputs the signal from the aforementioned throttle opening sensor 26, the rotational frequency sensor 34, a coolant temperature sensor 35, a neutral switch, an airconditioning switch 37, the electric-load switch 38, and the intake-pressure sensor 40 through an engine ECU 53 and input port 58. CPU55 outputs a driving signal to a step motor 46, in order to control the opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb 9 according to these signals.

[0034] The amount theta of tooth lead angles shows whether by being given at the angle, when the tooth lead angle of the opening-and-closing timing of the inhalation-of-air bulb 9 here is carried out what times from the angle which serves as criteria in detail, the inhalation-of-air bulb 9 closes it. In this example, the amount theta of tooth lead angles when becoming the latest opening-and-closing timing (basic timing) on control is set as "C degrees."

[0035] And in order to make the inhalation-of-air bulb 9 open and close to the aforementioned opening-and-closing timing, CPU55 computes it is necessary what step rotation of the drive cylinder 47 of a step motor 46 to carry out from a criteria position based on predetermined operation expression, and sets this to target number-of-steps Vstep. And fundamentally, CPU55 carries out drive control of the step motor 46 so that it may be set to target number-of-steps Vstep in which the number of steps of a step motor 46 carried out [ above-mentioned ] calculation. Moreover, similarly, in order to make the inhalation-of-air bulb 9 open and close to the aforementioned basic timing, CPU55 computes it is necessary what step rotation of the drive cylinder 47 of a step motor 46 to carry out from a criteria position based on predetermined operation expression, and sets this to target basic number-of-steps Cstep. Furthermore, CPU55 performs suitably required amendment which is described below, when an engine 1 is in predetermined operational status to computed target basic number-of-steps Cstep.

[0036] Next, target basic number-of-steps Cstep for obtaining the above-mentioned basic timing is explained about processing of an amendment case about control of the aforementioned adjustable valve timing equipment.

[0037] Drawing 4 and drawing 5 are flow charts which amend target basic number-of-steps Vstep among each processing performed by CPU55, and show the "basic timing amendment routine" of an amendment sake for the basic timing of the inhalation-of-air bulb 9. This routine is performed as regular interruption processing for every predetermined time to the main routine for performing the usual valve timing control.

[0038] If processing shifts to this routine, CPU55 will first read the close-by-pass-bulb-completely signal LL, the cooling water temperature THW, and switch signals various [ other ] in Step 101 based on the detecting signal from an idle switch 27, a coolant temperature sensor 35, the neutral switch 36, an airconditioning switch 37, and the electric-load switch 38.

[0039] Next, in Step 102, it judges whether the close-by-pass-bulb-completely signal LL read at Step 101 is "ON." And when the close-by-pass-bulb-completely signal LL is not "ON", subsequent processing is once ended as what is not an idle state. And processing is returned to a main routine.

[0040] On the other hand, when the close-by-pass-bulb-completely signal LL is "ON", it shifts to continuing Step 103.



In Step 103, it judges whether it is beyond the predetermined value alpha as which the cooling water temperature THW read at Step 101 was determined beforehand. And when the cooling water temperature THW is not beyond the predetermined value alpha, as that by which the engine 1 is not yet warmed fully, subsequent processing is once ended and processing is returned to a main routine.

[0041] Moreover, when the cooling water temperature THW is beyond the predetermined value alpha, in the following step 104, it judges whether both the switch signals of the airconditioning switch 37 and the electric-load switch 38 which were read at Step 101 are "OFF." And when neither of aforementioned switch signal is "OFF", since the electric load is added, as a difficult thing, fitness amendment once ends subsequent processing and returns processing to a main routine.

[0042] On the other hand, when both the aforementioned switch signals are "OFF", in continuing Step 105, it judges whether the switch signal from the neutral switch 36 read at Step 101 is "ON." and when the switch signal from the neutral switch 36 is not "ON", the present shift position is in not N range but the state of not being suitable for amendment -- a thing is carried out In this case, subsequent processing is once ended and processing is returned to a main routine.

[0043] Thus, subsequent processing is not performed, when there is no present operational status in an idle state, or when suitable conditions to amend basic timing are not ready. On the other hand, when satisfying each conditions of all of the above-mentioned step 102 - Step 105, subsequent processings are performed as a thing in suitable operational status to amend basic timing.

[0044] That is, CPU55 makes the opening of ISCV29 fix in Step 106. If it puts in another way, rotation of Rota of the step motor of ISCV29 will be stopped. by fixation of this opening, the air content which flows to the bypass path 28 in an idle state serves as about 1 law, and an engine speed NE serves as about 1 law in connection with this

[0045] Next, in Step 107, drive control of the step motor 46 is carried out so that it may become the latest opening-and-closing timing on composition (hard), namely, so that the amount theta of tooth lead angles may serve as the maximum angle-of-delay slack on hard "A degrees." Moreover, the number of steps at this time is set to maximum angle-of-delay number-of-steps Astep.

[0046] Moreover, in Step 108, the depression at engine manifold MV when the amount theta of tooth lead angles becomes the maximum angle of delay "A degrees" is read based on the detection from the intake-pressure sensor 40. Here, the data explained below are beforehand memorized by ROM56 of VVTECU53. That is, drawing 6 is a graph which shows the relation of the depression at engine manifold MV to the amount theta of tooth lead angles of the inhalation-of-air bulb 9. it is shown in this drawing -- as -- the amount theta of tooth lead angles -- a hard top -- the maximum -- the angle of delay -- "A degrees" to a control top -- the maximum -- the angle of delay -- in the between to "C degrees", depression at engine manifold MV takes the largest value "a" And it hits and the shell depression at engine manifold MV is in the inclination whose amount theta of tooth lead angles exceeded "C degrees" and which becomes small gradually. Now, the data beforehand memorized in this example are the value "a" of the depression at engine manifold MV in the maximum angle-of-delay slack on control "C degrees", and the value "b" of the depression at engine manifold MV in "C degrees" to "B degrees" to which the tooth lead angle only of the specified quantity was carried out. However, the number of steps of a step motor 46 is target basic number-of-steps Cstep then in "C degrees", and the number of steps in "B degrees" is fixed quantity tooth-lead-angle number-of-steps Bstep. Therefore, in Step 108, the value of the depression at engine manifold MV when the amount theta of tooth lead angles becomes the maximum angle of delay "A degrees" is "a."

[0047] Next, in Step 109, the number of steps of a step motor 46 is increased to 1 step tooth-lead-angle side. And in Step 110, the depression at engine manifold MV at that time is read based on the detection from the intake-pressure sensor 40. And the value at that time is set to "b1."

[0048] Then, in Step 111, the value of the depression at engine manifold MV which read CPU55 at Step 108 subtracts the value "b1" of the depression at engine manifold MV read from "a" at Step 110. Moreover, it judges whether the subtraction value (a-b1) exceeded the difference (a-b) of depression at engine manifold based on the data memorized beforehand (above \*\*\*\*\*). When the subtraction value (a-b1) is not yet over the difference (a-b) of depression at engine manifold, it shifts to Step 112 and the value "b1" of the depression at engine manifold MV read at Step 110 is eliminated from data. And it shifts to Step 109 again and the number of steps of a step motor 46 is increased to 1 step tooth-lead-angle side, and processing of Step 110 and Step 111 is repeated until a subtraction value (a-b1) exceeds the difference (a-b) of depression at engine manifold.

[0049] Moreover, when a subtraction value (a-b1) exceeds the difference (a-b) of depression at engine manifold, it shifts to Step 113. In Step 113, the maximum angle-of-delay slack on control "C degrees" is amended based on the value of the amount theta of tooth lead angles at that time. That is, when the value of the amount theta of tooth lead angles at that time is made into "B1 degree", the value which subtracted the difference of "B1 degree" to "B degrees" and "C degrees"



is newly set up as the maximum angle-of-delay slack on control "C degrees" [ $C=B1-(B-C)$ ].

[0050] Moreover, in Step 114, the value which subtracted the difference of number-of-steps B1 step to fixed quantity tooth-lead-angle number-of-steps Bstep when the value of the amount theta of tooth lead angles becomes "B1 degree", and the target basic number-of-steps Cstep till then is newly set up as target basic number-of-steps Cstep on control [ $Cstep=B1step-(Bstep-Cstep)$ ]. And subsequent processing is once ended and processing is returned to a main routine.

[0051] As explained above, according to the adjustable valve timing control unit of this example, based on 1 slack depression at engine manifold MV of the index of final operational status, amendment was made to carry out target basic number-of-steps Cstep for obtaining basic timing to an amendment case. That is, when the negative pressure difference (a-b1) equivalent to the difference (a-b) of the depression at engine manifold MV beforehand memorized at the time of amendment arises, based on the amount theta of tooth lead angles at that time, target basic number-of-steps Cstep is amended. Therefore, unlike the conventional technology in which amendment is performed based on the gap with actual opening-and-closing timing and target opening-and-closing timing, the basic timing after being amended was more directly reflected in depression at engine manifold MV. Consequently, the valve timing control after amendment will be more directly reflected in operational status. Therefore, the operational status which can perform valve timing control with a high precision, as a result is demanded can be attained in a high precision, and an engine property and an exhaust air property can be improved to the maximum extent.

[0052] If it puts in another way, in this example, it can amend also with the error between paths until valve timing is controlled and it is reflected in actual operational status which is essentially inherent in hard. Sharp reduction of the hydrocarbon (HC) accompanying increase of the internal EGR in the result, especially low loaded condition, a carbon monoxide (CO), etc. can be aimed at.

[0053] In addition, this invention is not limited to the aforementioned example, in the range which does not deviate from the meaning of invention, can change a part of composition suitably, and can also carry it out as follows.

(1) Although shape was taken in the aforementioned example in the engine 1 of the type which performs idle speed control, it is applicable also to the engine 1 of the type which does not have ISCV29. Only when it judges whether the throttle opening TA is being fixed instead of processing of Step 106 in this case and the opening TA is being fixed to it, you may make it make it shift to the next processing (Step 107).

[0054] (2) Although the adjustable valve timing equipment 39 which makes a step motor 46 a driving source was adopted in the aforementioned example, it is also possible to adopt the adjustable valve timing mechanism of for example, a hydraulic-drive formula also out of it.

[0055] (3) In the aforementioned example, although shape was taken to the gasoline engine 1, shape can also be taken to a diesel power plant.

[0056]

[Effect of the Invention] the state of the adjustable-by detecting depression at engine manifold according to adjustable valve timing control unit of this invention, as explained in full detail above valve timing mechanism according to the change -- being based -- basic timing -- an amendment -- it was made like Therefore, the operational status which can perform valve timing control with a high precision, as a result is demanded is attained in a high precision, and the outstanding effect that an engine property and an exhaust air property are improvable to the maximum extent is done so.

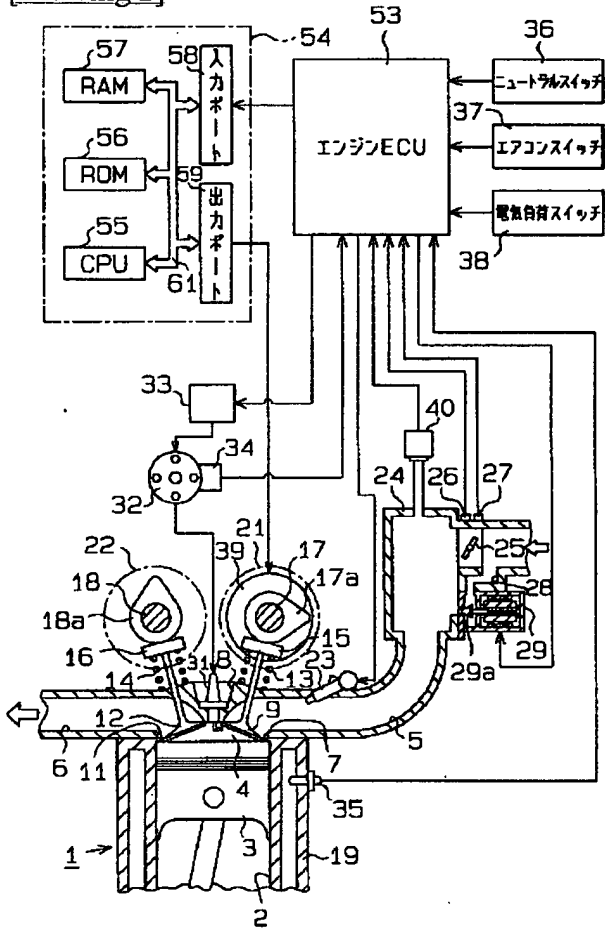
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

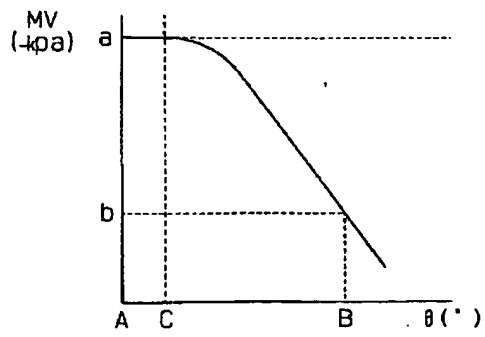
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

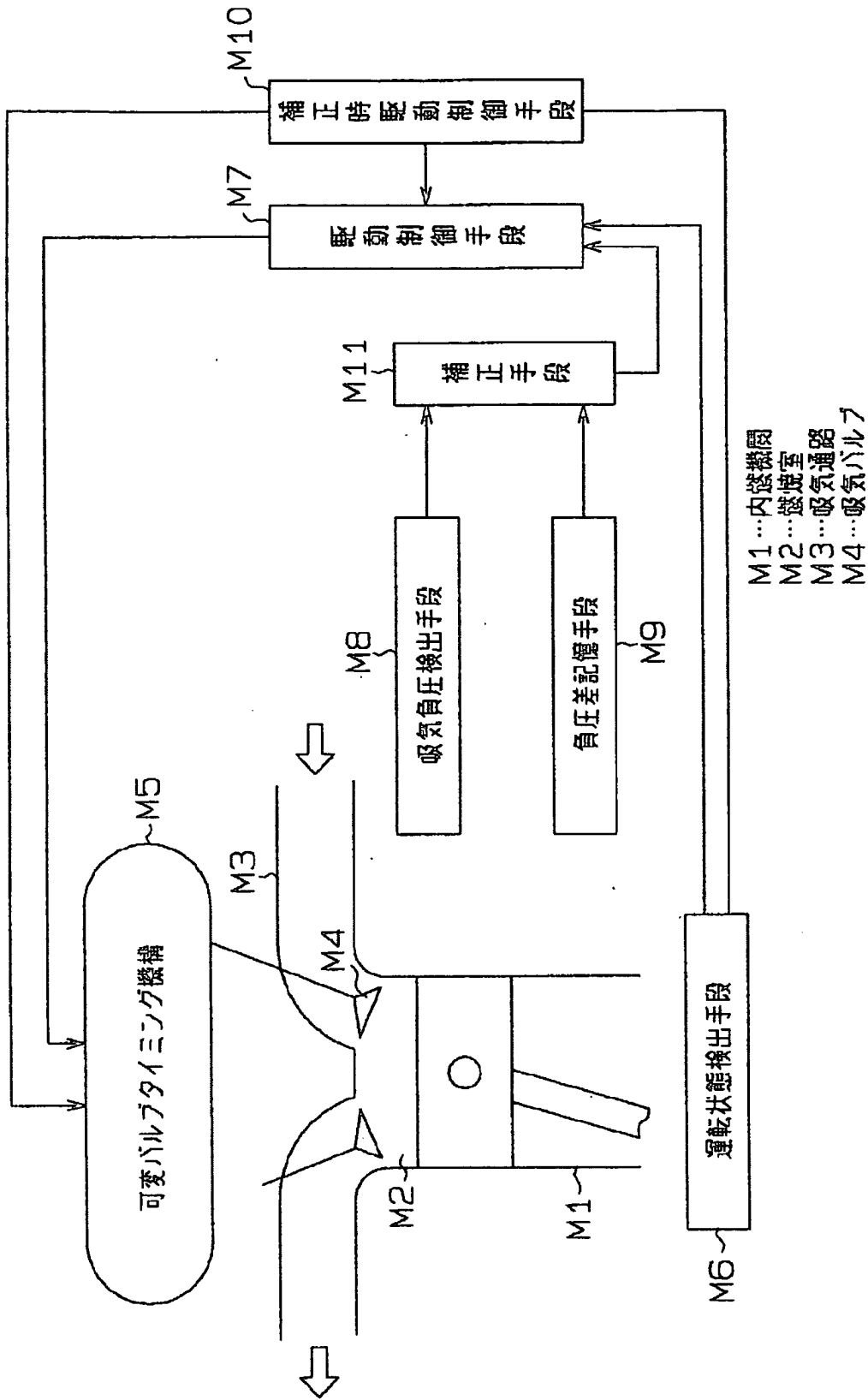
[Drawing 2]



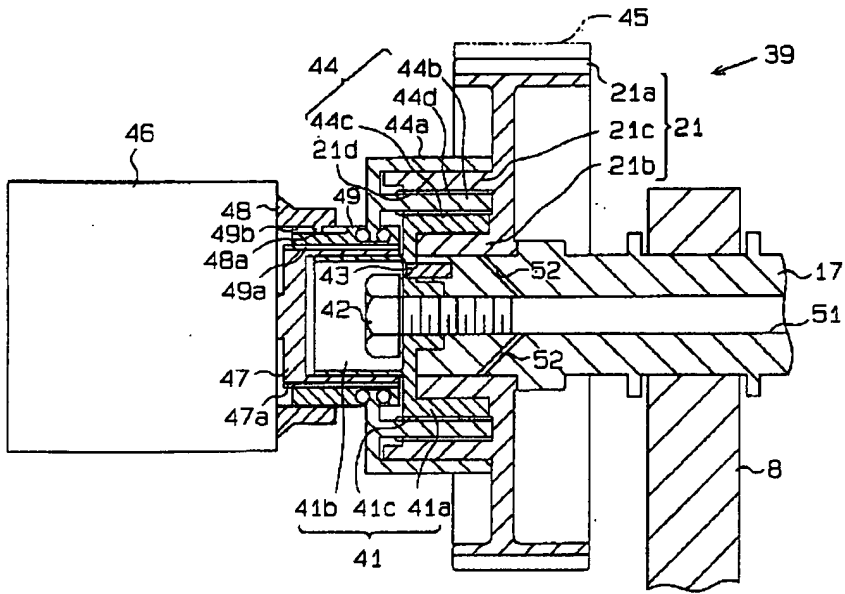
[Drawing 6]



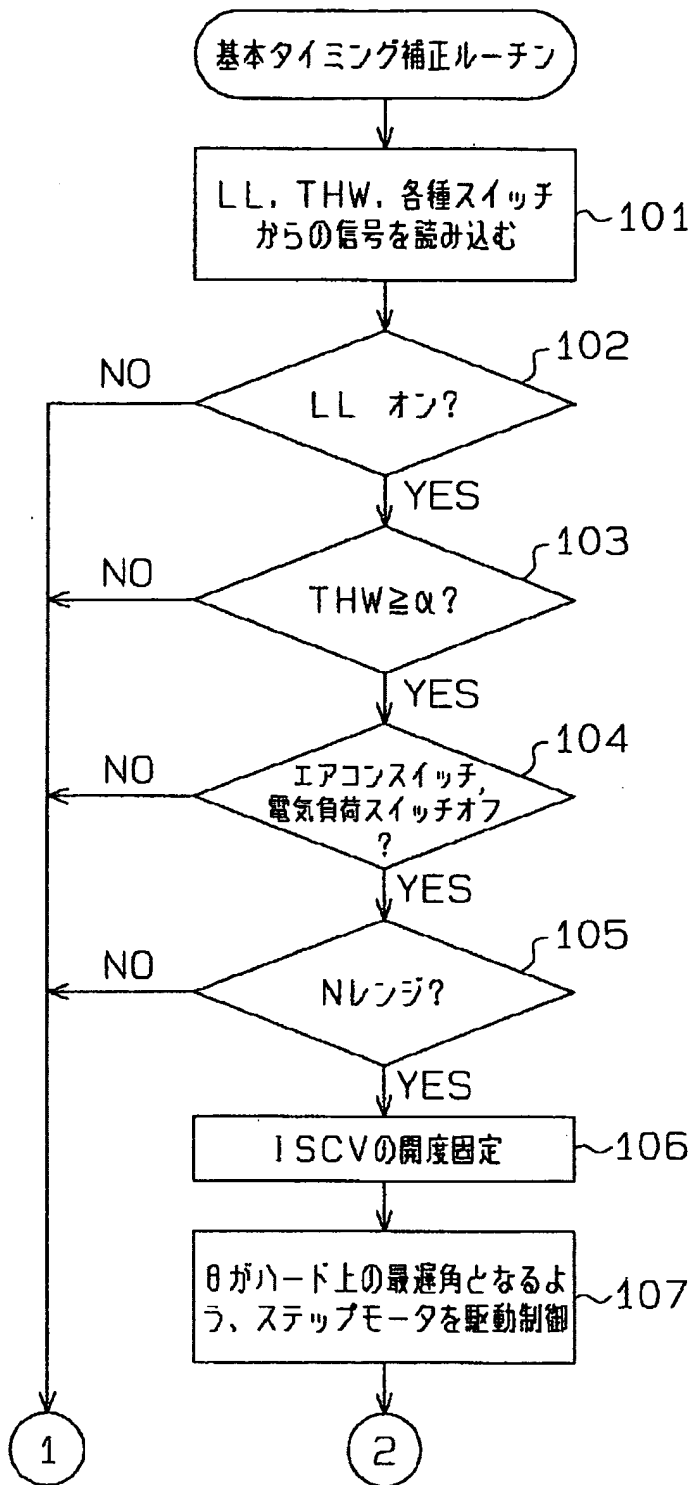
[Drawing 1]



[Drawing 3]

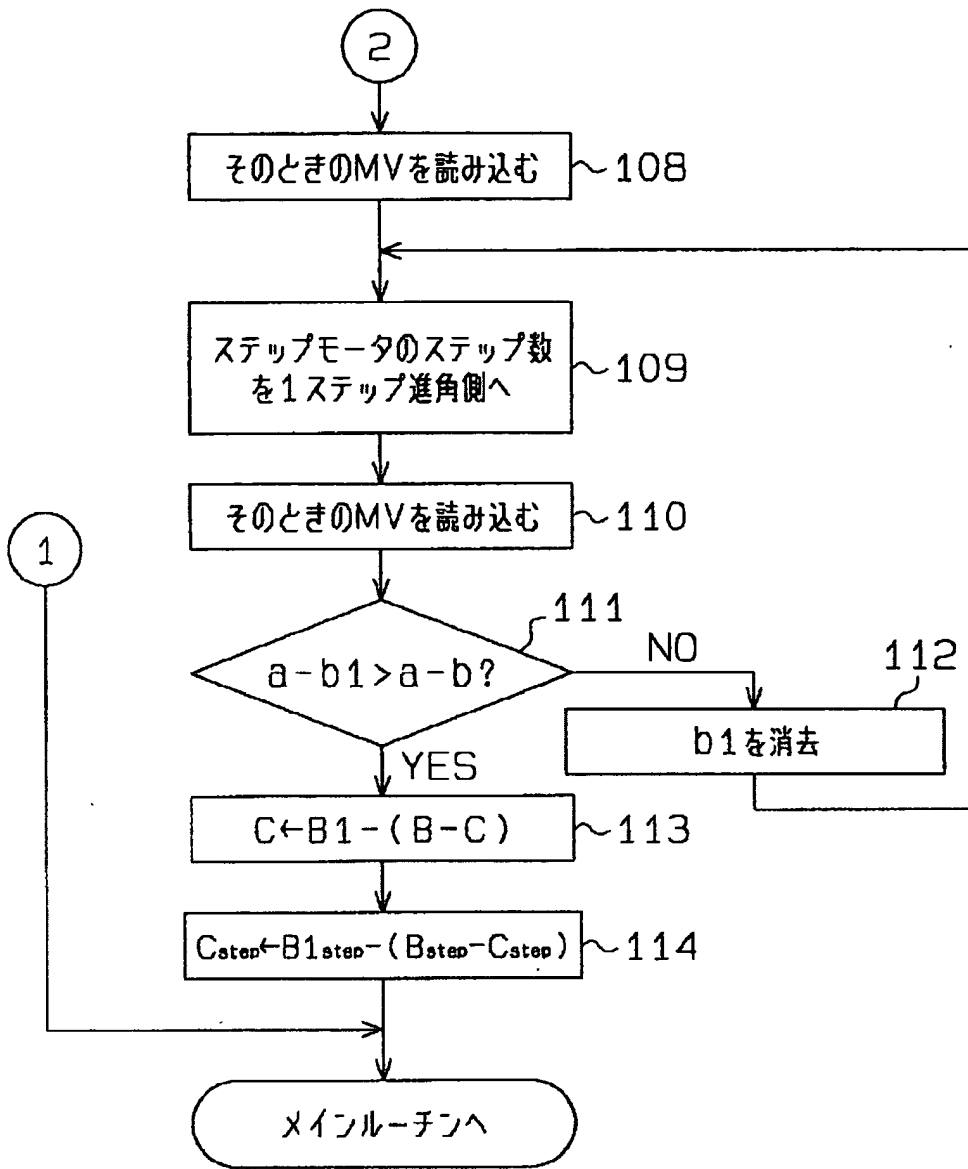


[Drawing 4]



[Drawing 5]





(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-317129

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 L 13/00	3 0 1 Y			
1/34	C	6965-3G		
F 0 2 D 13/02	G	7049-3G		
45/00	3 6 4 D	7536-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平5-106962

(22)出願日 平成5年(1993)5月7日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 堤 泰人

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72)発明者 田上 健

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72)発明者 鈴木 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

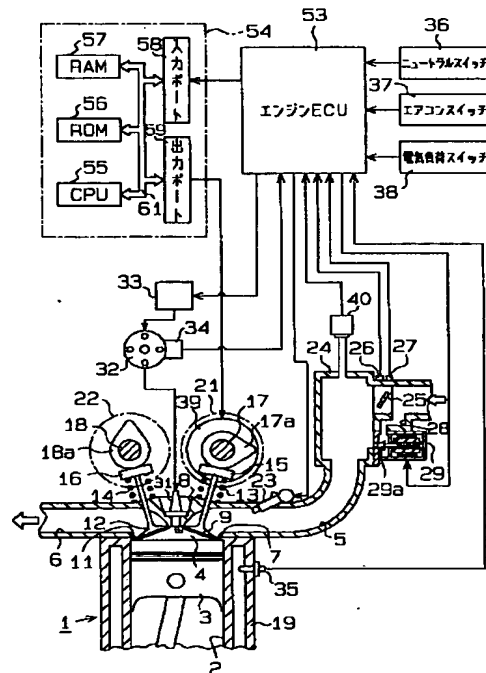
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 可変バルブタイミング制御装置

(57)【要約】

【目的】精度の高いバルブタイミング制御を可能とし、もって要求される運転状態を高い精度で達成し、機関特性、排気特性を最大限に改善する。

【構成】可変バルブタイミング装置39は基本タイミングを基準としてステップモータの駆動により吸気バルブ9の開閉タイミングを連続的に調整する。基本タイミングを得るに際してのステップモータの目標基本ステップ数を補正する場合に、VVT ECU 54は、エンジン1が所定の運転状態にあるときにおいて、予め記憶された吸気負圧の差に相当する負圧差が生じたときに、そのときの進角量に基づいて、目標基本ステップ数を補正する。そのため、実際の開閉タイミングと目標とする開閉タイミングとのずれに基づいて補正が行われる場合とは異なり、補正された後の基本タイミングがより直接的に最終的な運転状態の1つたる吸気負圧に反映されたものとなる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の回転に同期して所定のタイミングで駆動され、燃焼室に通じる吸気通路を開閉する吸気バルブと、

前記吸気バルブの開閉タイミングを、所定の基本タイミングを基準として進角側及び遅角側に連続的に調整可能な可変バルブタイミング機構と、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記可変バルブタイミング機構を駆動制御する駆動制御手段とを備えた可変バルブタイミング制御装置において、

前記吸気バルブの開閉タイミングの調整に伴って変動する前記吸気通路内の吸気負圧を検出する吸気負圧検出手段と、

前記可変バルブタイミング機構が所定の基本状態となり、前記吸気バルブが前記基本タイミングで開閉されたときの第 1 の吸気負圧と、前記開閉タイミングが前記基本タイミングから所定量だけ進角されるよう前記可変バルブタイミング機構が駆動制御されたときの第 2 の吸気負圧との差を予め記憶する負圧差記憶手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づく前記内燃機関の運転状態が予め定められた所定状態にあるとき、前記駆動制御手段による駆動制御を一旦無効化し、前記可変バルブタイミング機構を、前記吸気通路内の吸気負圧が前記第 1 の吸気負圧となる所定状態に設定するとともに、その設定後前記開閉タイミングを進角させるべく駆動制御する補正時駆動制御手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づく前記内燃機関の運転状態が前記所定状態にあるとき、前記吸気負圧検出手段の検出結果に基づく実測吸気負圧と、前記補正時駆動制御手段の駆動制御の開始時における実測吸気負圧との差が、前記負圧差記憶手段により記憶された差を超えたとき、そのときの前記可変バルブタイミング機構の状態に基づいて、前記基本タイミングを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする可変バルブタイミング制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、内燃機関の運転状態に応じて吸気バルブの開閉タイミングを連続的に調整可能な可変バルブタイミング機構を備えた可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の技術として例えば特開昭 59-110817 号公報に開示されたものが知られている。この技術では、バルブタイミングの 1 つの基準値を実測するためのセンサが設けられている。そして、当該センサからの検知信号に基づき、実際のバルブタイミングがある 1 つのタイミングとなったときにその旨が検

2

出される。この検出結果に基づき、実際の制御タイミングと、目標とされるタイミングとのずれが算出される。そして、そのずれの分だけバルブタイミングの補正がなされる。従って、この補正により、バルブタイミングは、常に目標値となるように維持される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、バルブタイミングというのは、あくまでも制御対象の 1 つの条件でしかなく、最終的に要求される指標ではない。従って、上記従来技術では、目標とする開閉タイミングと実際の開閉タイミングとの整合性は向上するものの、実際の運転状態が要求通りになるとは限らなかった。すなわち、バルブタイミングのが目標通りになったとしても、そのタイミングが制御されて実際の運転状態に反映されるまでの経路の間での、本来的にハード内に内在する誤差は、補正することができなかった。その結果、炭化水素（HC）や、一酸化炭素（CO）等が適切に低減できなくなるおそれが生じる等、機関特性、排気特性に悪影響を与えるおそれがあった。

【0004】この発明は前述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、精度の高いバルブタイミング制御が可能で、ひいては、要求される運転状態を高い精度で達成し、機関特性、排気特性を最大限に改善することの可能な可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためこの発明においては、図 1 に示すように、内燃機関 M1 の回転に同期して所定のタイミングで駆動され、燃焼室 M2 に通じる吸気通路 M3 を開閉する吸気バルブ M4 と、吸気バルブ M4 の開閉タイミングを、所定の基本タイミングを基準として進角側及び遅角側に連続的に調整可能な可変バルブタイミング機構 M5 と、内燃機関 M1 の運転状態を検出する運転状態検出手段 M6 と、運転状態検出手段 M6 の検出結果に基づき、可変バルブタイミング機構 M5 を駆動制御する駆動制御手段 M7 とを備えた可変バルブタイミング制御装置において、吸気バルブ M4 の開閉タイミングの調整に伴って変動する吸気通路 M3 内の吸気負圧を検出する吸気負圧検出手段 M8 と、可変バルブタイミング機構 M5 が所定の基本状態となり、吸気バルブ M4 が基本タイミングで開閉されたときの第 1 の吸気負圧と、開閉タイミングが基本タイミングから所定量だけ進角されるよう可変バルブタイミング機構 M5 が駆動制御されたときの第 2 の吸気負圧との差を予め記憶する負圧差記憶手段 M9 と、運転状態検出手段 M6 の検出結果に基づく内燃機関 M1 の運転状態が予め定められた所定状態にあるとき、駆動制御手段 M7 による駆動制御を一旦無効化し、可変バルブタイミング機構 M5 を、吸気通路 M3 内の吸気負圧が第 1 の吸気負圧となる所定状態に設定するとともに、その設定後開閉タイ

3

ミングを進角させるべく駆動制御する補正時駆動制御手段M10と、運転状態検出手段M6の検出結果に基づく内燃機関M1の運転状態が所定状態にあるとき、吸気負圧検出手段M8の検出結果に基づく実測吸気負圧と、補正時駆動制御手段M10の駆動制御の開始時における実測吸気負圧との差が、負圧差記憶手段M9により記憶された差を超えたとき、そのときの可変バルブタイミング機構M5の状態に基づいて、基本タイミングを補正する補正手段M11とを備えたことをその要旨としている。

【0006】

【作用】上記の構成によれば、図1に示すように、吸気バルブM4は内燃機関M1の回転に同期して所定のタイミングで駆動され、燃焼室M2に通じる吸気通路M3を開閉する。吸気バルブM4の開閉タイミングは、可変バルブタイミング機構M5により、所定の基本タイミングを基準として進角側及び遅角側に連続的に調整され得る。運転状態検出手段M6により内燃機関M1の運転状態が検出され、その検出結果に基づき、可変バルブタイミング機構M5が駆動制御手段M7により駆動制御される。

【0007】また、吸気負圧検出手段M8により、吸気バルブM4の開閉タイミングの調整に伴って変動する吸気通路M3内の吸気負圧が検出される。さらに、負圧差記憶手段M9では、可変バルブタイミング機構M5が所定の基本状態となり、吸気バルブM4が基本タイミングで開閉されたときの第1の吸気負圧と、開閉タイミングが基本タイミングから所定量だけ進角されるよう可変バルブタイミング機構M5が駆動制御されたときの第2の吸気負圧との差が予め記憶される。

【0008】そして、運転状態検出手段M6の検出結果に基づく内燃機関M1の運転状態が予め定められた所定状態にあるとき、駆動制御手段M7による駆動制御が、補正時駆動制御手段M10により一旦無効化される。また、補正時駆動制御手段M10により、吸気通路M3内の吸気負圧が第1の吸気負圧となる所定状態に可変バルブタイミング機構M5が設定されるとともに、その設定後開閉タイミングを進角させるべく駆動制御される。

【0009】そして、運転状態検出手段M6の検出結果に基づく内燃機関M1の運転状態が所定状態にあるとき、補正手段M11により、吸気負圧検出手段M8の検出結果に基づく実測吸気負圧と、補正時駆動制御手段M10の駆動制御の開始時における実測吸気負圧との差が算出される。その差が、負圧差記憶手段M9により記憶された差を超えたとき、補正手段M11により、そのときの可変バルブタイミング機構M5の状態に基づいて、基本タイミングが補正される。

【0010】従って、本発明によれば、可変バルブタイミング機構M5の基本タイミングが補正されるのに際し、実際の開閉タイミングと目標とする開閉タイミングとのずれに基づいて行われるのではなく、最終的な運転

4

状態の指標の1つたる吸気負圧に基づいて行われる。すなわち、補正時において、予め記憶された吸気負圧の差に相当する負圧差が生じたときに、そのときの可変バルブタイミング機構M5の状態に基づいて、基本タイミングが補正される。そのため、実際の開閉タイミングと目標とする開閉タイミングとのずれに基づいて行われる場合に比べて、補正後のバルブタイミング制御がより直接的に運転状態に反映されることになる。

【0011】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図1～図6に従って説明する。図2は本実施例のバルブタイミング制御装置が適用される内燃機関としてのエンジン1の概略構成を示す図である。エンジン1のシリンダ2にはピストン3が上下動可能に収容されている。ピストン3の上方には燃焼室4が形成され、この燃焼室4に吸気通路5及び排気通路6が連通している。燃焼室4と吸気通路5との連通部分は吸気ポート7となっており、この吸気ポート7はシリンダヘッド8に上下動可能に取付けられた吸気バルブ9によって開閉される。また、燃焼室4と排気通路6との連通部分は排気ポート11となっており、この排気ポート11はシリンダヘッド8に上下動可能に取付けられた排気バルブ12によって開閉される。

【0012】吸気バルブ9及び排気バルブ12には圧縮状態のバルブスプリング13、14、バルブリフタ15、16等が組付けられている。各バルブリフタ15、16の上方には吸気側カムシャフト17及び排気側カムシャフト18が回転可能に設けられ、両カムシャフト17、18には前記吸気バルブ9及び排気バルブ12を開閉するためのカム17a、18aが一体に形成されている。吸気側カムシャフト17及び排気側カムシャフト18の各端部にはタイミングプリー21、22が取付けられ、両タイミングプリー21、22がタイミングベルトによってクランクシャフトに連結されている。

【0013】そして、前記バルブスプリング13、14はバルブリフタ15、16が常にカム17a、18aに当接するように吸気バルブ9及び排気バルブ12を上方へ付勢している。この付勢方向は、前記吸気ポート7及び排気ポート11を閉じる方向である。そのため、クランクシャフトの回転がタイミングベルトを介して各タイミングプリー21、22に伝達されると、吸気側カムシャフト17及び排気側カムシャフト18が回転する。これにともない、カム17a、18aがバルブスプリング13、14の付勢力に抗しバルブリフタ15、16を周期的に押し下げると、バルブリフタ15、16が吸気バルブ9及び排気バルブ12を下方へ押圧して開閉動作させる。

【0014】前記吸気通路5において、吸気ポート7の近傍には燃料噴射弁23が取付けられている。また、この燃料噴射弁23よりも上流側の吸気通路5には吸入空

50

5

気の脈動を平滑化させるためのサージタンク 24 が配設され、さらにその上流の吸気通路 5 内には、アクセルペダル（図示しない）の操作に連動して開閉されるスロットルバルブ 25 が設けられている。そして、このスロットルバルブ 25 の開閉により吸気通路 5 への吸入空気量が調節される。スロットルバルブ 25 の近傍には、スロットル開度 T A を検出するスロットル開度センサ 26 が取付けられている。同じく、スロットルバルブ 25 の近傍には、アイドルスイッチ 27 が取付けられている。このアイドルスイッチ 27 により全閉信号 L L が出力されるようになっている。この全閉信号 L L は、スロットルバルブ 25 が全閉状態のときオンとなり、全閉以外の状態のときオフとなる。

【0015】また、吸気通路 5 にはスロットルバルブ 25 を迂回し、かつスロットルバルブ 25 の上流側と下流側とを連通させるバイパス通路 28 が設けられている。このバイパス通路 28 の途中には、アイドルスピードコントロールバルブ（ISC V）29 が取付けられている。ISC V 29 はパルス信号に応じてステップモータのロータが回転し、そのロータの回転により弁体 29 a が移動してバルブの開口面積が変化する、いわゆるステップモータ式のものである。そして、この ISC V 29 の開度を調整してバイパス通路 28 に流れる空気量を調節することにより、アイドル運転時のエンジン回転数 N E が制御される。

【0016】前記燃料噴射弁 23 から噴射される燃料と吸気通路 5 内へ導入された外気とからなる混合気は、吸気バルブ 9 の開かれる際に吸気ポート 7 を通じて燃焼室 4 内へ導入される。この燃焼室 4 に導入された混合気に着火するために、シリンダヘッド 8 には点火プラグ 31 が取付けられている。点火プラグ 31 はディストリビュータ 32 にて分配された点火信号に基づいて駆動される。ディストリビュータ 32 はイグナイタ 33 から出力される高電圧をエンジン 1 のクランク角に同期して点火プラグ 31 に分配するためのものである。そして、点火プラグ 31 の点火によって燃焼室 4 内へ導入された混合気が爆発・燃焼され、ピストン 3 及びクランクシャフト等を介してエンジン 1 の駆動力が得られる。このように燃焼室 4 で生成した燃焼ガスは、排気バルブ 12 が開かれる際に排気ポート 11 から排気通路 6 を通じて外部へ排出される。なお、前記ディストリビュータ 32 には、そのロータの回転を検出してエンジン回転信号を出力する回転数センサ 34 が設けられている。換言すれば、回転数センサ 34 により、エンジン回転数 N E が検出される。

【0017】さらに、前記各種センサ以外にも、エンジン 1 のシリンダブロック 19 には、冷却水温 T H W を検出する水温センサ 35 が取付けられている。また、トランスミッション（図示しない）近傍には、シフトポジションが N レンジ（ニュートラルレンジ）にあるか否かを

6

検出するニュートラルスイッチ 36 が設けられている。さらに、エアコンが作動したときにオンとなるエアコンスイッチ 37、ヘッドライト、ヒータ、デフォッガ等に接続され、これらが作動されたときにオン信号を出力する電気負荷スイッチ 38 が設けられている。そして、これらスロットル開度センサ 26、アイドルスイッチ 27、回転数センサ 34、水温センサ 35、ニュートラルスイッチ 36、エアコンスイッチ 37 及び電気負荷スイッチ 38 等により運転状態検出手段が構成されている。

【0018】併せて、サージタンク 24 には、同タンク 24 に連通して、エンジン 1 の負荷に相当する吸気負圧 M V を検出する吸気負圧検出手段としての吸気圧センサ 40 が設けられている。

【0019】さて、前記のようなエンジン 1 の基本的構成に加え、本実施例では前記吸気バルブ 9 の開閉タイミングを調整するための可変バルブタイミング機構としての可変バルブタイミング装置 39 が設けられている。次に、この可変バルブタイミング装置 39 について詳述する。

【0020】図 3 で示すように、吸気側カムシャフト 17 の先端（図 3 の左端）に設けられたタイミングプーリ 21 の外周には多数の外歯 21 a が形成され、中心部分にはボス 21 b が形成されている。また、外歯 21 a とボス 21 b の中間部分には筒状部 21 c が形成されている。そして、タイミングプーリ 21 はボス 21 b にて吸気側カムシャフト 17 の先端部外周に相対回転可能に嵌合されている。

【0021】前記吸気側カムシャフト 17 の先端面にはインナスリーブ 41 が取付けられている。インナスリーブ 41 は、大筒部 41 a とその反対側へ延びる小筒部 41 b とを備え、大筒部 41 a が前記ボス 21 b の外周に嵌合されて、同インナスリーブ 41 がタイミングプーリ 21 に対し相対回転可能となっている。また、インナスリーブ 41 は、吸気側カムシャフト 17 の先端部に対しボルト 42 及びノックピン 43 により相対回転不能に取付けられている。このインナスリーブ 41 は、前記タイミングプーリ 21 が吸気側カムシャフト 17 の軸方向へ移動するのを規制している。

【0022】前記タイミングプーリ 21 とインナスリーブ 41 とはアウトスリーブ 44 によって連結されている。アウトスリーブ 44 は外筒部 44 a と内筒部 44 b とを有する二重筒形状をなしている。アウトスリーブ 44 の外筒部 44 a はタイミングプーリ 21 の筒状部 21 c の外周に嵌合され、同アウトスリーブ 44 の内筒部 44 b はタイミングプーリ 21 の筒状部 21 c とインナスリーブ 41 の大筒部 41 a との間に挿入されている。

【0023】さらに、インナスリーブ 41 における大筒部 41 a の外周、アウトスリーブ 44 における内筒部 44 b の内外周及びタイミングプーリ 21 における筒状部 21 c の内周には、それぞれはす歯 41 c、44 c、4

7

4d, 21dが形成されている。これらのはす歯41c, 44c, 44d, 21dは相互に噛合されており、その噛合の関係から、アウトスリーブ44が軸方向へ移動すると、タイミングプーリ21に対し吸気側カムシャフト17が相対回転する。

【0024】タイミングプーリ21の外歯21aにはタイミングベルト45が掛装されており、前述したようにクランクシャフトの回転がこのタイミングベルト45によりタイミングプーリ21に伝達される。従って、この回転力の伝達により、アウトスリーブ44により連結されたタイミングプーリ21とインナスリーブ41とが一体的に回転され、さらにボルト42及びノックピン43によりインナスリーブ41に連結された吸気側カムシャフト17が一体的に回転駆動される。

【0025】前記アウトスリーブ44の前方位位置には、これを吸気側カムシャフト17の軸方向へ移動させるためのステップモータ46が配設されている。ステップモータ46は複数の励磁コイルを有し、その励磁コイルが順次磁化されることにより、所定方向へ1ステップずつ回転する。ステップモータ46の出力軸には後面を開放した駆動筒47が取付けられている。駆動筒47の外周には外ねじ47aが螺刻されてウォームギヤとして構成されている。また、ステップモータ46には駆動筒47を覆うようにして筒状ガイド部材48が固定されている。

【0026】駆動筒47は前記インナスリーブ41の小筒部41b外周に対し相対回転可能に嵌合され、アウトスリーブ44の中心部を貫通している。一方、アウトスリーブ44には、内周に内ねじ49aを有するベアリング49が相対回転可能に組付けられている。そして、ベアリング49の内ねじ49aと駆動筒47の外ねじ47aとが互いに噛合されている。

【0027】前記ベアリング49の外周面の一部には軸方向へ延びる溝49bが形成され、この溝49bには、前記ガイド部材48の内周に設けられた突起48aが係入している。この突起48aは、前記ベアリング49の回転を阻止するとともに、軸方向への移動を可能にしている。従って、タイミングプーリ21と吸気側カムシャフト17とが一体回転しているときに、ステップモータ46が駆動されて駆動筒47が所定角度回転されると、回転を阻止されているベアリング49が軸方向へ移動される。これにともない、ベアリング49の取付けられたアウトスリーブ44が同一軸方向へ移動され、タイミングプーリ21と吸気側カムシャフト17との間に相対回転が生じて同吸気側カムシャフト17に振りりが付与される。

【0028】このように、前記可変バルブタイミング装置39では、ステップモータ46を駆動制御することにより、アウトスリーブ44の軸方向における位置が変更され、その結果として吸気側カムシャフト17に振りり

8

が付与される。この振りりの付与により、吸気バルブ9の開閉タイミングが調整される。本実施例では、ステップモータ46の駆動筒47が正転するとアウトスリーブ44が図3の右方へ移動し、吸気バルブ9の開閉タイミングが早められる。また、駆動筒47が逆転するとアウトスリーブ44が図3の左方へ移動し、前記吸気バルブ9の開閉タイミングが遅らされるように設定されている。

【0029】なお、吸気側カムシャフト17の内部には油路51, 52が形成され、それらの油路51, 52を通じてタイミングプーリ21の内部に潤滑油が供給されるようになっている。

【0030】図2に示すように、前記エンジン1には、燃料噴射、点火時期、アイドル時のエンジン回転数等を制御するエンジン電子制御装置（以下、エンジンECUという）53と、可変バルブタイミング装置39を駆動制御する可変バルブタイミング電子制御装置（以下、VVTECUという）54とが設けられている。このVVTECU54により、駆動制御手段、負圧差記憶手段、補正時駆動制御手段及び補正手段が構成されている。さて、エンジンECU53の入力側には、前記スロットル開度センサ26、アイドルスイッチ27、回転速度センサ34、水温センサ35、ニュートラルスイッチ36、エアコンスイッチ37、電気負荷スイッチ38及び吸気圧センサ40が電氣的に接続され、出力側には燃料噴射弁23、ISC V29及びイグナイタ33が電氣的に接続されている。

【0031】エンジンECU53は、アイドルスイッチ27の検出結果等に基づきエンジン1がアイドル状態であると判断すると、エンジン1の運転状態（冷却水温THW、エアコンスイッチ37のオン、オフ等）に応じた目標回転数と、回転数センサ34によって検出されるエンジン回転数NEとの偏差を求める。そして、その偏差を零にするのに必要な吸入空気量を算出し、その算出結果に基づいてISC V29をフィードバック制御する。

【0032】また、エンジンECU53とVVTECU54とはデータ通信可能に接続されており、前記のようにエンジンECU53に取り込まれた各センサからの信号は、VVTECU54に送出されるようになっている。このVVTECU54の出力側には前記可変バルブタイミング装置39のステップモータ46が電氣的に接続されている。VVTECU54は、中央処理装置（以下CPUという）55と、読み出し専用メモリ（以下ROMという）56と、ランダムアクセスメモリ（以下RAMという）57と、入力ポート58と、出力ポート59とを備え、これらは互いにバス61によって接続されている。CPU55は、予め設定された制御プログラムに従って各種演算処理を実行し、ROM56はCPU55で演算処理を実行するために必要な制御プログラムや初期データを予め記憶している。また、RAM57はC



9

PU55の演算結果を一時記憶する。

【0033】CPU55は、エンジンECU53及び入力ポート58を介して前記スロットル開度センサ26、回転数センサ34、水温センサ35、ニュートラルスイッチ、エアコンスイッチ37、電気負荷スイッチ38及び吸気圧センサ40からの信号を入力する。CPU55はこれらの信号に応じて吸気バルブ9の開閉タイミングを制御するために、ステップモータ46に駆動信号を出力する。

【0034】ここでの吸気バルブ9の開閉タイミングは10角度で与えられており、詳しくは、基準となる角度から何度進角したときに吸気バルブ9が閉じるかを進角量 $\theta$ で示している。本実施例では、制御上最も遅い開閉タイミング（基本タイミング）となるときの進角量 $\theta$ が、「 $C^\circ$ 」に設定されている。

【0035】そして、CPU55は、前記開閉タイミングにて吸気バルブ9を開閉させるためには、ステップモータ46の駆動筒47を、基準位置から何ステップ回転させる必要があるかを所定の演算式に基づいて算出し、これを目標ステップ数Vstepとする。そして、CPU55は、基本的には、ステップモータ46のステップ数が20上記算出した目標ステップ数Vstepとなるよう、ステップモータ46を駆動制御する。また、同様にCPU55は、前記基本タイミングにて吸気バルブ9を開閉させるためには、ステップモータ46の駆動筒47を、基準位置から何ステップ回転させる必要があるかを所定の演算式に基づいて算出し、これを目標基本ステップ数Cstepとする。さらに、CPU55は、算出した目標基本ステップ数Cstepに対し、エンジン1が所定の運転状態にあるときに、以下に述べるような必要な補正を適宜に行う。30

【0036】次に、前記可変バルブタイミング装置の制御に関し、上記基本タイミングを得るに際しての目標基本ステップ数Cstepを補正する場合の処理について説明する。

【0037】図4及び図5はCPU55によって実行される各処理のうち、目標基本ステップ数Vstepを補正して、吸気バルブ9の基本タイミングを補正するための「基本タイミング補正ルーチン」を示すフローチャートである。このルーチンは、通常のパルブタイミング制御40を実行するためのメインルーチンに対する所定時間毎の定時割り込み処理として実行される。

【0038】処理がこのルーチンに移行すると、CPU55は、まずステップ101において、アイドルスイッチ27、水温センサ35、ニュートラルスイッチ36、エアコンスイッチ37、電気負荷スイッチ38からの検出信号に基づき、全閉信号LL、冷却水温THW及びその他各種スイッチ信号を読み込む。

【0039】次に、ステップ102においては、ステップ101で読み込んだ全閉信号LLが「オン」であるか50

10

否かを判断する。そして、全閉信号LLが「オン」でない場合には、アイドル状態ではないものとして、その後の処理を一旦終了する。そして、処理をメインルーチンへ復帰させる。

【0040】一方、全閉信号LLが「オン」の場合には、続くステップ103へ移行する。ステップ103においては、ステップ101で読み込んだ冷却水温THWが予め定められた所定値 $\alpha$ 以上であるか否かを判断する。そして、冷却水温THWが所定値 $\alpha$ 以上でない場合には、未だエンジン1が十分に暖められていないものとして、その後の処理を一旦終了し、処理をメインルーチンへ復帰させる。

【0041】また、冷却水温THWが所定値 $\alpha$ 以上の場合には、次のステップ104において、ステップ101で読み込んだエアコンスイッチ37及び電気負荷スイッチ38のスイッチ信号が共に「オフ」であるか否かを判断する。そして、前記スイッチ信号が共に「オフ」でない場合には、電気負荷が加わっているため適的な補正が困難であるものとして、その後の処理を一旦終了し、処理をメインルーチンへ復帰させる。

【0042】一方、前記スイッチ信号が共に「オフ」の場合には、続くステップ105において、ステップ101で読み込んだニュートラルスイッチ36からのスイッチ信号が「オン」であるか否かを判断する。そして、ニュートラルスイッチ36からのスイッチ信号が「オン」でない場合には、現在のシフトポジションがNレンジでなく、補正には適さない状態であるものとする。この場合には、その後の処理を一旦終了し、処理をメインルーチンへ復帰させる。

【0043】このように、現在の運転状態がアイドル状態にない場合や、或いは、基本タイミングの補正を行うのに適当な条件が整わないような場合には、その後の処理は行われぬ。一方、上記ステップ102～ステップ105の各条件を全て満足する場合には、基本タイミングの補正を行うのに適切な運転状態にあるものとして、以降の処理が行われる。

【0044】すなわち、ステップ106において、CPU55は、ISCV29の開度を固定させる。換言すれば、ISCV29のステップモータのロータの回転を停止させる。この開度の固定により、アイドル状態におけるバイパス通路28に流れる空気量がほぼ一定となり、これに伴って、エンジン回転数NEがほぼ一定となる。

【0045】次に、ステップ107において、構成（ハード）上最も遅い開閉タイミングとなるよう、すなわち進角量 $\theta$ がハード上の最遅角たる「 $A^\circ$ 」となるよう、ステップモータ46を駆動制御する。また、このときのステップ数を最遅角ステップ数Astepとする。

【0046】また、ステップ108においては、吸気圧センサ40からの検出に基づき、進角量 $\theta$ が最遅角「 $A^\circ$ 」となったときの吸気負圧MVを読み込む。ここで、

11

VVTECU53のROM56には、次に説明するデータが予め記憶されている。すなわち、図6は吸気バルブ9の進角量 $\theta$ に対する吸気負圧MVの関係を示すグラフである。同図に示すように、進角量 $\theta$ がハード上の最遅角たる「A°」から制御上の最遅角たる「C°」までの間においては、吸気負圧MVは最も大きく「a」という値をとる。そして、進角量 $\theta$ が「C°」を超えたあたりから吸気負圧MVは徐々に小さくなる傾向にある。さて、本実施例において予め記憶されているデータというのは、制御上の最遅角たる「C°」における吸気負圧MVの値「a」と、「C°」から所定量だけ進角させた「B°」における吸気負圧MVの値「b」である。但し、「C°」におけるそのときステップモータ46のステップ数は目標基本ステップ数Cstepであり、「B°」におけるステップ数は定量進角ステップ数Bstepである。従って、ステップ108において、進角量 $\theta$ が最遅角「A°」となったときの吸気負圧MVの値は「a」である。

【0047】次に、ステップ109において、ステップモータ46のステップ数を1ステップ進角側へ増大させる。そして、ステップ110においては、吸気圧センサ40からの検出に基づき、そのときの吸気負圧MVを読み込む。そして、そのときの値を「b1」とする。

【0048】続いて、ステップ111において、CPU55は、ステップ108で読み込んだ吸気負圧MVの値「a」からステップ110で読み込んだ吸気負圧MVの値「b1」を減算する。また、その減算値（ $a-b1$ ）が、予め記憶されていたデータに基づく吸気負圧の差（ $a-b$ ）を超えたか否か（以上か否かでもよい）を判断する。減算値（ $a-b1$ ）が吸気負圧の差（ $a-b$ ）を未だ超えていない場合には、ステップ112へ移行し、ステップ110で読み込んだ吸気負圧MVの値「b1」をデータから消去する。そして、再度ステップ109へ移行し、ステップモータ46のステップ数を1ステップ進角側へ増大させ、減算値（ $a-b1$ ）が吸気負圧の差（ $a-b$ ）を超えるまでステップ110及びステップ111の処理を繰り返す。

【0049】また、減算値（ $a-b1$ ）が吸気負圧の差（ $a-b$ ）を超えた場合には、ステップ113へ移行する。ステップ113においては、そのときの進角量 $\theta$ の値に基づいて制御上の最遅角たる「C°」を補正する。すなわち、そのときの進角量 $\theta$ の値を「B1°」とした場合、「B1°」から、「B°」と「C°」との差を減算した値を新たに制御上の最遅角たる「C°」として設定する〔 $C=B1-(B-C)$ 〕。

【0050】また、ステップ114においては、進角量 $\theta$ の値が「B1°」となったときのステップ数B1stepから、定量進角ステップ数Bstepとそれまでの目標基本ステップ数Cstepとの差を減算した値を新たに制御上の目標基本ステップ数Cstepとして設定する〔 $Cstep=B$

12

1step-(Bstep-Cstep)〕。そして、その後の処理を一旦終了し、処理をメインルーチンへ復帰させる。

【0051】以上説明したように、本実施例の可変バルブタイミング制御装置によれば、基本タイミングを得るに際しての目標基本ステップ数Cstepを補正する場合に、最終的な運転状態の指標の1つたる吸気負圧MVに基づいて補正が行われるようにした。すなわち、補正時において、予め記憶された吸気負圧MVの差（ $a-b$ ）に相当する負圧差（ $a-b1$ ）が生じたときに、そのときの進角量 $\theta$ に基づいて、目標基本ステップ数Cstepが補正される。そのため、実際の開閉タイミングと目標とする開閉タイミングとのずれに基づいて補正が行われる従来技術とは異なり、補正された後の基本タイミングがより直接的に吸気負圧MVに反映されたものとなる。その結果、補正後のバルブタイミング制御がより直接的に運転状態に反映されることになる。従って、精度の高いバルブタイミング制御を行うことができ、ひいては、要求される運転状態を高い精度で達成し、エンジン特性、排気特性を最大限に改善することができる。

【0052】換言すれば、本実施例では、バルブタイミングが制御されて実際の運転状態に反映されるまでの経路の間での、本来的にハード内に内在する誤差についても、補正を行うことができる。その結果、特に低負荷状態における内部EGRの増大に伴う炭化水素（HC）や、一酸化炭素（CO）等の大幅な低減を図ることができる。

【0053】なお、この発明は前記実施例に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で構成の一部を適宜に変更して次のように実施することもできる。

（1）前記実施例では、アイドルスピードコントロールを行うタイプのエンジン1に具体化したのが、ISC V29を有しないタイプのエンジン1にも適用することができる。かかる場合には、ステップ106の処理の代わりに、スロットル開度TAが固定されているか否かを判断し、その開度TAが固定されている場合にのみ次の処理（ステップ107）に移行させるようにしてもよい。

【0054】（2）前記実施例では、ステップモータ46を駆動源とする可変バルブタイミング装置39を採用したが、その外にも例えば油圧駆動式の可変バルブタイミング機構を採用することも可能である。

【0055】（3）前記実施例では、ガソリンエンジン1に具体化したのが、ディーゼルエンジンに具体化することもできる。

【0056】

【発明の効果】以上詳述したように、この発明の可変バルブタイミング制御装置によれば、吸気負圧を検出することにより、その変化に応じた可変バルブタイミング機構の状態に基づいて基本タイミングを補正するようにした。従って、精度の高いバルブタイミング制御を行うことができ、ひいては、要求される運転状態を高い精度で

13

達成し、機関特性、排気特性を最大限に改善することができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の基本的な概念構成を説明する概念構成図である。

【図 2】この発明を具体化した一実施例の制御装置が適用されるエンジンの概略構成図である。

【図 3】一実施例における可変バルブタイミング装置の拡大断面図である。

【図 4】一実施例において、CPUによって実行される各処理のうち、目標基本ステップ数を補正して、吸気バルブの基本タイミングを補正するためのフローチャートである。

【図 5】一実施例において、CPUによって実行される各処理のうち、目標基本ステップ数を補正して、吸気バルブの基本タイミングを補正するためのフローチャート\*

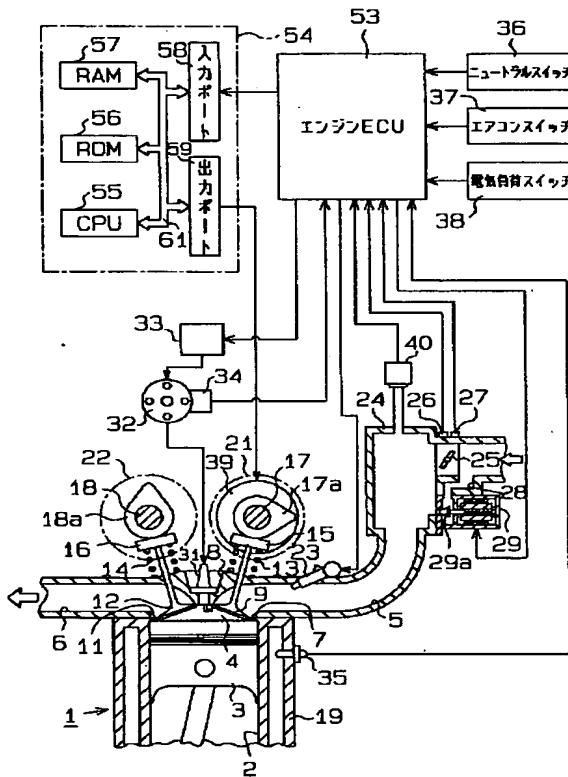
\*である。

【図 6】一実施例において、吸気バルブの進角量に対する吸気負圧の関係を示すグラフである。

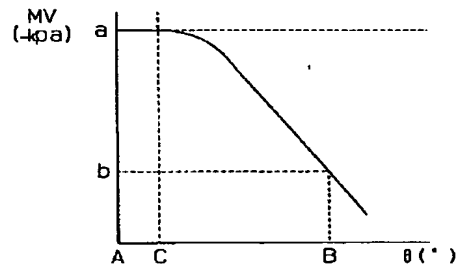
【符号の説明】

1…内燃機関としてのエンジン、4…燃焼室、5…吸気通路、9…吸気バルブ、26…運転状態検出手段を構成するスロットル開度センサ、27…運転状態検出手段を構成するアイドルスイッチ、34…運転状態検出手段を構成する回転数センサ、35…運転状態検出手段を構成する水温センサ、36…運転状態検出手段を構成するニュートラルスイッチ、37…エアコンスイッチ、38…電気負荷スイッチ、39…可変バルブタイミング機構としての可変バルブタイミング装置、40…吸気負圧検出手段としての吸気圧センサ、54…駆動制御手段、負圧差記憶手段、補正時駆動制御手段及び補正手段を構成する VVTECU。

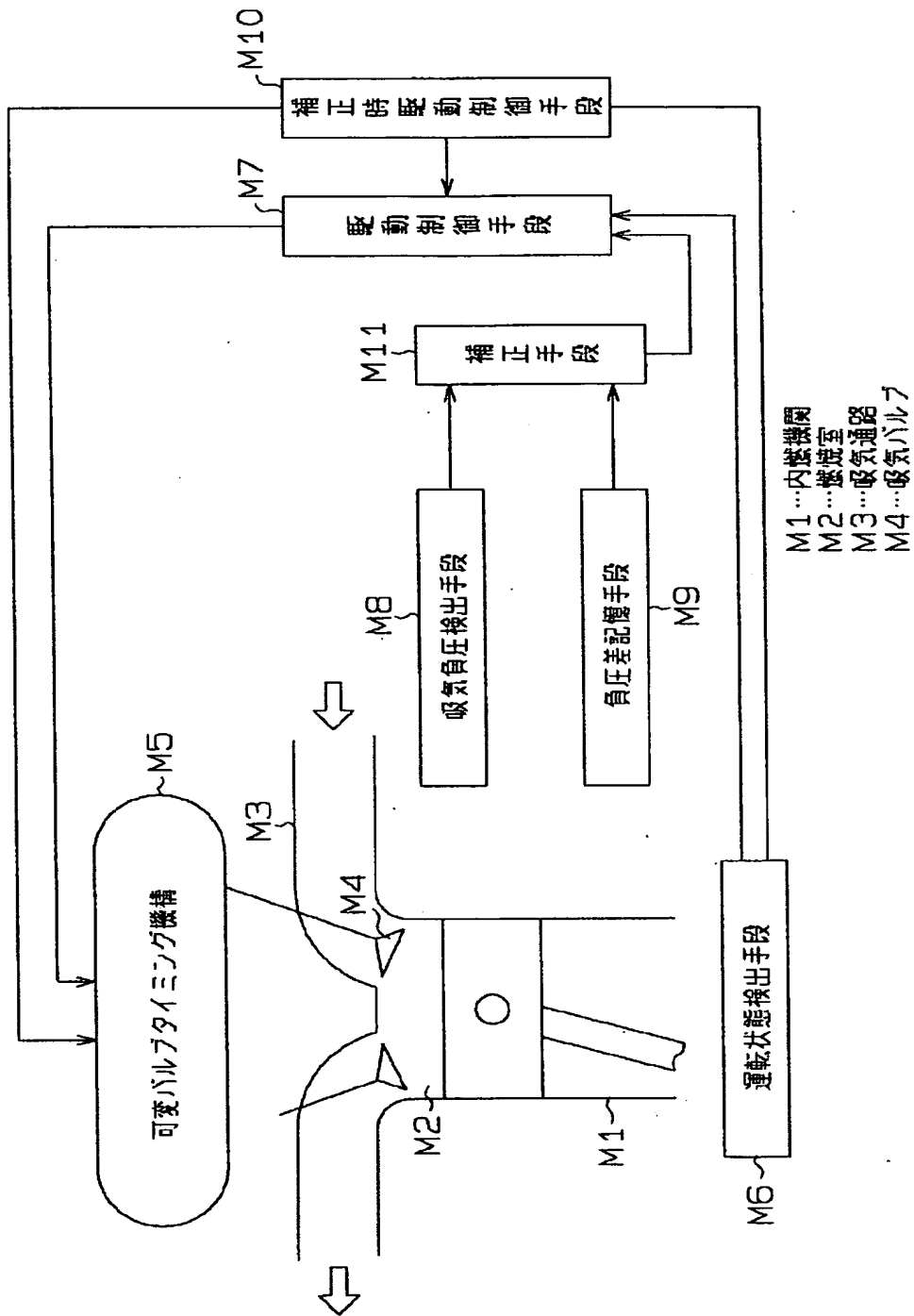
【図 2】



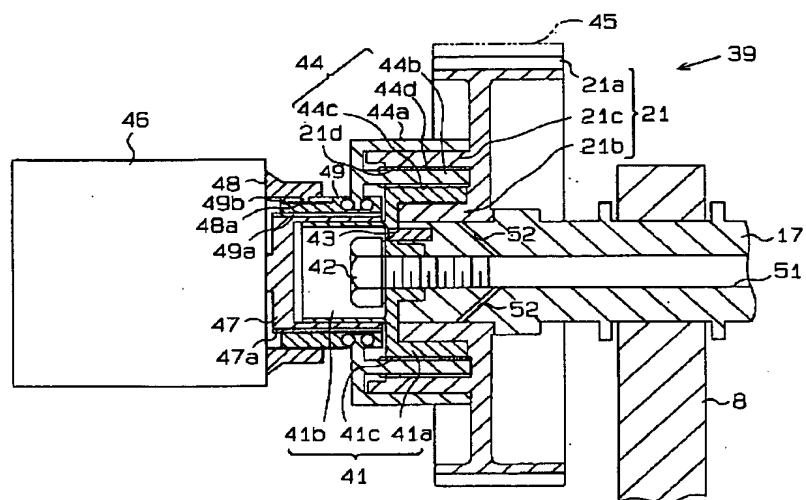
【図 6】



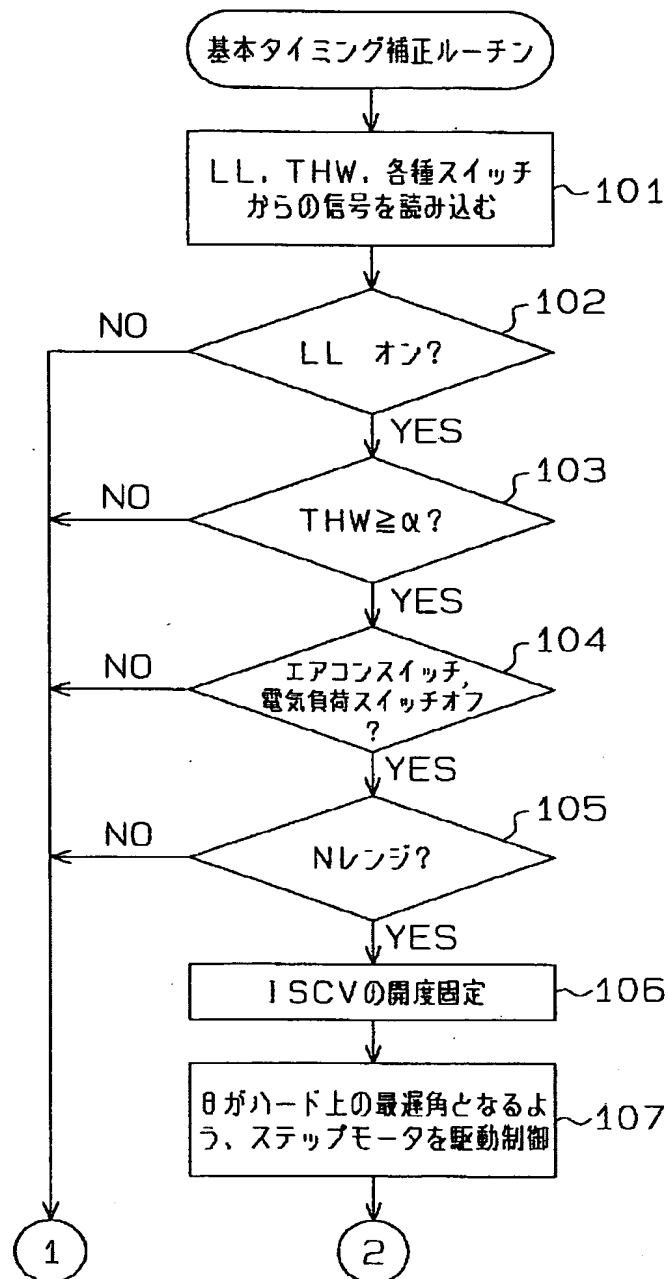
【図1】



【図3】



【図4】





【図5】

